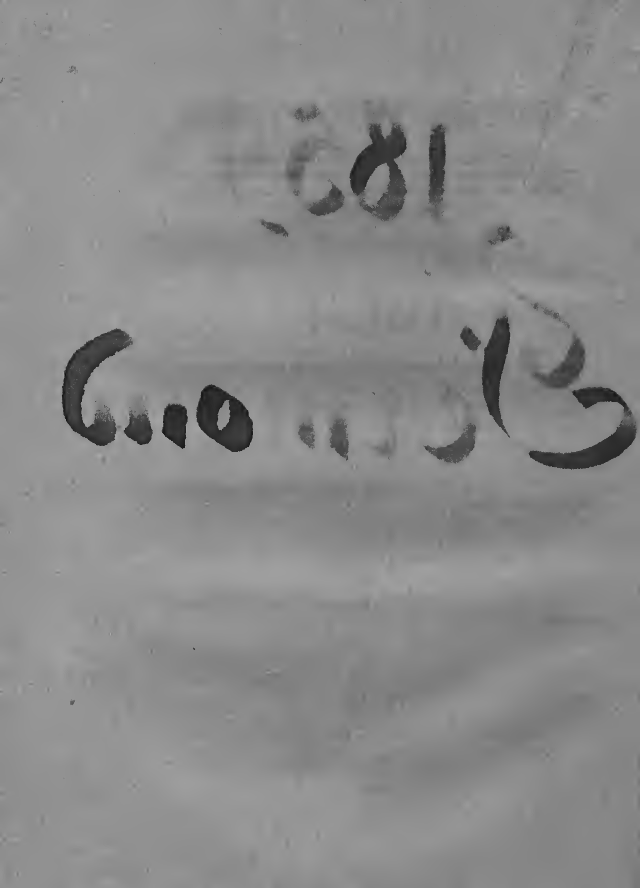
1859

Fermond



THÉORIE MÉCANIQUE DE LA FLORAISON

Du rôle que jouent les périanthes dans l'acte de la fécondation et de quelques procédés employés par la nature pour assurer la fécondation de certaines espèces végétales.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

PAR

CH. FERMOND

POUR LE GRADE DE PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE



PARIS
IMPRIMERIE DE PILLET FILS AINÉ
RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 5

1859

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATEURS

MM. Bussy, Directeur (*Président*).
Guibourt, Secrétaire, Agent comptable.
Chatin, professeur titulaire (*Examinateur*).

PROFESSEURS

MM.	Bussy.	Chimie.
	Gaultier de Claubry.	Chimie.
	Lecanu.	Pharmacie.
	Chevalier.	Pharmacie.
	Caventou.	Toxicologie.
	Guibourt.	Histoire naturelle des médicaments.
	Chatin.	Botanique.
	Valenciennes.	Zoologie.
	J. Regnault.	Physique.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MM. Bouchardat (*Examinateur*).
Gavarret.

AGRÉGÉS

MM. Figuier,
Robiquet,
Reveil,
Lutz (*Examinateur*),

MM. L. Soubeiran,
Riche,
Bouis.

Nota. *L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

THÉORIE MÉCANIQUE DE LA FLORAISON

Du rôle que jouent les périanthes dans l'acte de la fécondation et de quelques procédés employés par la nature pour assurer la fécondation de certaines espèces végétales.

Ce travail que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'école supérieure de pharmacie pour obtenir le titre de pharmacien de première classe, renferme des observations que nous avons faites sur la fécondation, ou qui ont des rapports directs avec cette fonction. Nous le diviserons en cinq parties, savoir :

1° *Du rôle que jouent les périanthes dans l'acte de la fécondation;*

2° *De quelques moyens particuliers que la nature emploie pour assurer la fécondation de quelques espèces végétales;*

3° *Théorie mécanique de la préfloraison et de la floraison;*

4° *Sur la fécondation réciproque de quelques variétés voisines;*

5° *Sur la fructification du lis* (Lilium candidum).

PREMIÈRE PARTIE

DU ROLE QUE JOUENT LES PÉRIANTHES DANS L'ACTE DE LA FÉCONDATION.

La fécondation est un acte parfaitement reconnu et admis chez les monocotylédones et chez les dicotylédones, et nous pensons qu'il existe aujourd'hui peu de savants disposés à nier cette importante fonction chez ces végétaux. Toutefois il existe encore bien des points à éclaircir concernant la manière dont la fécondation s'accomplit chez quelques végétaux, où, en effet, on peut croire tout d'abord que cet acte ne puisse avoir lieu dans l'ordre naturel des choses sans le concours de certaines circonstances étrangères à la végétation.

Sans doute parmi ces circonstances il faut donner une certaine part à l'influence

des vents et des insectes; car, pour assurer un acte aussi important, la nature a dû mettre à profit une foule de moyens; mais dans la persuasion où l'on était qu'ils pouvaient suffire, on n'en a pas cherché d'autres, et jusqu'à nous on s'est contenté de dire : 1° que dans la fécondation des végétaux les organes étaient tellement disposés, que le pollen pouvait facilement tomber sur le stigmate, et que c'était pour cette raison que la fleur était penchée ou renversée lorsque le style était plus long que les étamines; 2° que les étamines ou les stigmates, dans quelques végétaux, se dirigeaient les uns vers les autres par un mouvement spontané; 3° que dans quelques cas particuliers (*Valisneria*) les fleurs mâles se détachaient de leur tige pour venir à la surface de l'eau apporter leur pollen aux fleurs femelles; 4° que pour beaucoup de plantes les vents ou les insectes étaient les auxiliaires qui se chargeaient de porter le pollen sur le stigmate.

De tout temps nous avons considéré ce genre d'études comme très-intéressant; c'est pourquoi, il y a déjà longtemps, nous avons publié un mémoire intitulé : *Du rôle que les périanthes jouent dans l'acte de la fécondation* (1), où, ne pouvant admettre que la nature a toujours dû compter sur les vents ou les insectes pour accomplir certainement une fonction aussi importante, nous avons cherché à démontrer que dans quelques cas la fécondation s'opérait par une méthode jusqu'alors inconnue. En effet, dans bien des fleurs les organes sont disposés de telle manière que la fécondation paraît bien difficile à s'effectuer, soit parce que les anthères sont extrorses, soit parce que les étamines sont plus courtes que le style, bien que la fleur reste dressée, ce qui n'empêche pas cependant la fécondation de se produire, et cela sans qu'il soit utile de faire intervenir le vent ou les insectes. Ce nouveau rôle est départi au périanthe, qui, jusqu'à notre mémoire, n'avait été considéré que comme organe de protection.

Nous avons constaté en effet que chez plusieurs Iridées (*Iris, Sisyrinchium, Morea*) la fécondation ne s'opère qu'au moment où la fleur se flétrit. C'est que dans ces fleurs les anthères, étant extrorses, ne peuvent, pendant leur déhiscence, diriger leur poussière fécondante sur les stigmates ; dans ce cas, les sépales chargés de cette substance exécutent un mouvement que nous avons nommé *inconvoluture* ou *mouvement d'inconvolution*, lequel favorise la fécondation. En effet, peu de temps après la déhiscence des anthères, chaque sépale sur lequel repose l'étamine, et qui

(1) Communiqué à la *Société d'émulation pour les sciences pharmaceutiques* le 7 novembre, et inséré dans le *Journal de pharmacie*, décembre 1840.

souvent est à son centre longitudinal pourvu d'une grande quantité de poils collecteurs, se charge de pollen, se redresse, puis se courbe vers le centre de la fleur, de sorte que quand celle-ci est fanée, chaque sépale est roulé en dedans, enveloppant exactement l'étamine et le stigmate. On comprend qu'alors la fécondation puisse parfaitement s'opérer.

Nous avons reconnu que ce *mouvement d'inconvolution* appartenait aussi à quelques espèces du genre *Ipomea*, qui sont passées dans le genre *Pharbitis* (Chois.), et chez lesquelles les étamines étant plus courtes que le style, il semble que la fécondation soit impossible. Cependant elle s'accomplit sans peine au moyen de la corolle qui, en se roulant en dedans ou en glissant le long du style, chargée qu'elle est de pollen, le met en contact avec le stigmate.

Dans quelques *Convolvulus* les étamines sont également plus courtes que le style ; mais la corolle chargée de pollen, en se contournant en hélice, embrasse exactement le style, et la fécondation s'opère.

Nous avons dit aussi dans ce mémoire que chez quelques *Hibiscus*, *Sida*, *Althæa*, *Malva*, les étamines en grand nombre formant un arbre staminal, du milieu duquel s'élèvent beaucoup plus haut les styles et les stigmates, la fécondation semblait impossible, mais qu'alors la corolle en se fermant portait sur les stigmates le pollen, que les cellules fibreuses des anthères dispersaient sur ses pétales étalés. Bien que les faits consignés dans notre mémoire soient faciles à constater, cependant l'observation nous a appris depuis que nous avions été un peu trop loin dans la généralisation de ces faits, et qu'il y avait quelques détails importants à consigner. C'est pour cela qu'il nous a semblé juste d'y revenir. D'un autre côté nous avons complété quelques-unes de nos observations, et comme nous avons étudié la fécondation dans plusieurs autres plantes, nous croyons pouvoir présenter un travail d'ensemble qui ne sera peut-être pas sans quelque intérêt.

Les périanthes (1) jouent plus souvent qu'on ne saurait le croire un rôle indispensable dans l'acte important de la fécondation, et cela de diverses manières que nous allons indiquer.

1° Quelquefois les diverses parties du périanthe (calice ou corolle) accomplissent le mouvement d'inconvolution dont nous avons parlé. Alors les grains de pollen sont appliqués sur le stigmate, et c'est seulement dans ce moment que la fécondation

(1) Nous employons ce mot pour comprendre à la fois le calice des monocotylédones et la corolle des dicotylédones, quoiqu'il ne s'applique d'ordinaire qu'au calice des monocotylédones.

s'effectue. Ce phénomène appartient à quelques Iris, Bermudiennes, *Morea*, *Pharbitis* et Nyctages. Plusieurs fois, au moment où s'ouvrait une fleur d'*Iris pseudo-acorus*, nous avons enlevé les sépales, et nous avons pu constater qu'alors la fructification ne se faisait point. Toutefois, dans les *Mirabilis* ce mouvement ne doit être considéré que comme une précaution de plus employée par la nature pour assurer la fécondation; car si bien souvent le stigmate est à la même hauteur que les anthères et assez voisin pour que la fécondation se fasse sans cette précaution, souvent aussi le style est un peu plus long que les étamines, ou bien il est recourbé de façon à s'en éloigner ; alors le mouvement du périanthe rapproche les organes et la fécondation est assurée par le fait seul de l'*inconvolution*.

Les exemples nous manquant alors, nous avions cru devoir généraliser le phénomène d'inconvolution pour tous les Iris; mais depuis nous avons reconnu que c'était une faute et que quelques espèces ne le présentaient pas : la fécondation s'opère dans ce cas à peu près comme nous allons l'indiquer. Toutefois nous devons dire qu'il nous a semblé qu'alors la fécondation était moins certainement assurée; car les *Iris notha, halophila, stenogyna* et *desertorum*, chez lesquels l'inconvolution n'a pas lieu, portent beaucoup plus rarement des fruits.

2° Dans quelques espèces chez lesquelles la fécondation semble impossible, soit à cause de la longueur du style relativement à celle des étamines, soit à cause de la déhiscence extrorse des loges de l'anthère, le périanthe, en se flétrissant, favorise la fécondation en appliquant les unes contre les autres ses divisions plus ou moins chargées de pollen par un effet de la pesanteur ou par le jeu des cellules fibreuses des loges de l'anthère.

a. Lorsque la fleur est horizontale ou légèrement inclinée vers la terre, le pollen, par son propre poids, vient s'appliquer sur le sépale ou le pétale inférieur. Si l'anthère est extrorse comme dans les *Iris* et les *Gladiolus*, et pourvu que le style ne soit pas beaucoup plus long que les étamines, l'horizontalité suffit pour que la fécondation puisse s'effectuer (*fig*. 1); mais si le style est assez long, alors pour que le pollen, par son propre poids, vienne tomber sur le périanthe à une distance telle qu'en se fermant, le pollen puisse arriver au contact du stigmate, il faut de toute nécessité que la fleur soit inclinée comme dans la figure 2. Supposons, en effet, que *c* soit le

FIGURE 1.

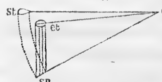
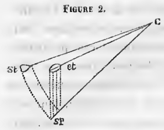


Figure 2.



centre de la fleur, c *st* le style plus long que l'étamine c *et*, et c *sp* le profil ou la section longitudinale d'un sépale ou d'un pétale, le pollen en tombant suivant la verticale *et sp*, se pose aux points du sépale *sp*, qui sont à une distance du centre *c* à peu près égale à la longueur du style; par conséquent on conçoit que si le sépale vient à se rapprocher du style, les points *sp* coïncideront avec le point *st*, et la fécondation pourra avoir lieu.

b. D'un autre côté, par l'élasticité des cellules fibreuses des loges de l'anthère, le pollen peut être projeté assez loin pour que la distance *c sp*, même quand la fleur est dressée, soit plus ou moins égale à la longueur du style *c st*, et alors le phénomène se passe comme dans l'exemple précédent.

C'est de l'une ou de l'autre façon que se fait la fécondation chez un assez grand nombre de plantes à anthères extrorses ou non ; telles sont : les *Iris notha*, *halophila*, *stenogyna*, *desertorum*, etc., les *Gladiolus*, le *Tigridia pavonia*, quelquefois les *Hemerocallis fulva* et *flava*, etc.

Toutefois, à part quelques espèces, on peut reconnaître un commencement d'incouvolution dans les *Iris notha*, *desertorum*, *graminea*, var. *latifolia*, *xyphium*, etc., chez lesquelles le phénomène se borne aux extrémités des sépales, mais qui suffit pour porter le pollen sur les bords supérieurs du stigmate. Dans quelques autres, tels que les *Iris neglecta*, *pallida*, *flavescens*, *variegata*, *Redouteana*, etc., les sépales, après s'être rapprochés, se contournent en hélice, comme pour appliquer plus exactement ces sépales chargés de pollen sur le stigmate.

3° Dans quelques Malvacées, la corolle est utile dans bien des cas pour assurer la fécondation. En effet, soit qu'elle se referme chaque soir, soit qu'elle se ferme en se flétrissant lorsque, par l'élasticité des cellules fibreuses de l'anthère, elle s'est chargée de pollen, elle vient envelopper les stigmates et opérer la fécondation, dans le cas où elle aurait échappé à l'un des procédés que nous examinerons un peu plus tard (*Hibiscus syriacus*, *trionum*, *vesicarius*; *Pavonia cuneifolia*; *Althæa rosea*, *ficifolia*; *Lavatera trimestris*, *olbia*; *Abelmoschus palustris*, *moscheutos*, *militaris*, etc.)

4° Quelquefois la corolle favorise la fécondation par un procédé assez curieux à observer. Si l'on examine une fleur de pensée (*Viola tricolor*), on voit que le style, plus long que les étamines, porte le stigmate assez loin pour que la fécondation soit impossible ; si alors on examine les anthères, on les trouve toutes vides.

Comment peut s'opérer la fécondation? encore au moyen de la corolle. En effet, si l'on ouvre un bouton, on trouve toujours le style plus long que les étamines; mais alors les étamines se trouvent placées dans une cavité ou tube formé par le rapprochement de la base des pétales, tandis que le style est bien au dehors de ce tube. Assez longtemps avant que la fleur ne s'épanouisse, les anthères s'ouvrent et émettent leur pollen, qui se trouve en contact avec la gorge de la corolle, dont trois pétales sont à cet endroit garnis de poils collecteurs destinés à retenir ce pollen. Mais bientôt, pour s'épanouir, la corolle s'accroît, le tube s'allonge, et en s'allongeant, il glisse le long du style et va porter sur le stigmate le pollen qui s'y était attaché. Cette croissance continue quelque temps encore; voilà pourquoi dans la fleur épanouie tous ces organes sont à peu près cachés dans le tube de la corolle. Nous avons bien des fois enlevé les pétales des boutons du *Viola tricolor hortensis* avant que les étamines n'émissent leur pollen, et toujours nous avons vu les ovaires avorter.

Quelque chose d'analogue se passe parfois chez l'Hémérocalle du Japon (*Funkia subcordata*). Dans le bouton près de s'épanouir le style est bien plus long que les étamines et vient presser intérieurement l'extrémité de la cavité formée par la réunion des divisions du calice. Quand la fleur s'ouvre, le style dépasse bientôt les extrémités des lobes du périanthe, de sorte que la fécondation semble à peu près impossible. Cependant, si l'on suit avec attention toutes les phases de la floraison, on ne tarde pas à s'assurer que le pollen, en s'échappant des loges de l'anthère, est projeté sur les extrémités des sépales. Alors tout le calice s'accroît, et en s'allongeant il porte ses extrémités au niveau du stigmate. Dans cet état la fleur se flétrit, les sépales se rapprochent les uns des autres, en enveloppant souvent le style, et le stigmate se trouve ainsi immédiatement en contact avec le pollen. Le plus souvent toutefois le calice ne s'allonge pas assez, et le stigmate reste hors de l'action des sépales chargés de pollen; aussi est-il rare que la fécondation se fasse bien. Mais s'il arrive que les sépales parviennent à recouvrir le style et le stigmate, la fécondation s'opère et la plante donne quelquefois des fruits.

5° Dans beaucoup de cas, lorsque le style est plus long, ce n'est que par le renversement de la fleur que la fécondation peut s'opérer; car alors, par son propre poids, le pollen peut tomber sur les stigmates; mais, là encore, le périanthe favorise la fécondation en servant d'organe de protection contre les pluies, qui sans lui entraîneraient le pollen et empêcheraient ainsi son action sur le stigmate.

Toutefois ce n'est pas sous ce point de vue qu'il nous importe de considérer le rôle

du périanthe. Le phénomène le plus curieux et où le renversement de la corolle semble le plus utile à la fécondation, est celui que l'on peut constater sur quelques Campanules (*C. macrantha, eriocarpa, latifolia*). On sait que chez les Campanulacées la fécondation se fait le plus souvent avant la floraison ; cependant, si l'on examine la plupart des fleurs des espèces que nous venons d'indiquer, on voit qu'il s'est rassemblé au fond de leur corolle une assez grande quantité de pollen. Bientôt la partie du pédoncule la plus voisine de l'axe central s'accroit davantage, et, par un travail analogue à celui qui produit l'inconvolution chez les Iridées (voir troisième partie), force la fleur à se renverser; en même temps les divisions du stigmate s'étalent en se recourbant et présentent au fond de la fleur, devenu ainsi supérieur, la partie visqueuse du stigmate. C'est alors que le pollen, soit par son propre poids, soit par le mouvement imprimé à la corolle par le vent ou les insectes, ou même la pluie, peut tomber et rencontrer les branches stigmatiques. Néanmoins il ne faut considérer ce moyen que comme une précaution de plus employée par la nature pour assurer la fécondation de ces espèces.

6° Quelque jeune que l'on examine un bouton de fleur du *Calonyction speciosum*, on trouve toujours un style beaucoup plus long que les étamines; mais la corolle ne s'ouvre pas, et quand, par la disposition particulière du pédoncule, la fleur n'est pas renversée, un travail organique analogue à celui des campanules précitées se fait dans le pédoncule, qui la renverse. De cette façon le pollen, en s'échappant des loges de l'anthère, tombe à l'extrémité de la fleur : la corolle close peut alors le retenir et le rassembler comme dans un entonnoir ; mais comme le style est assez long pour toucher cette extrémité de la fleur, la fécondation peut se faire à merveille.

Nous avons dans quelques cas, rares à la vérité, reconnu que la corolle pouvait encore servir à la fécondation en retenant les étamines appliquées les unes contre les autres pendant la déhiscence des anthères, de façon à ce que le style, en s'allongeant, puisse pousser le stigmate le long du tube formé par les anthères réunies et ainsi se charger de presque tout le pollen qu'elles ont émis, absolument comme cela se passe dans la plupart des composées. Ce curieux phénomène s'observe dans quelques espèces de la famille des Campanulacées, et particulièrement chez les *Adenophora Gmelini* et *vulgaris*. Dans ces espèces la fécondation se fait évidemment avant l'épanouissement de la corolle ; mais ce qui semble prouver que la corolle sert à la fécondation en maintenant réunies en un tube toutes les étamines, c'est que si on la déchire dans un bouton prêt à s'épanouir, on voit aussitôt les

étamines s'écarter, et elles seraient alors incapables de porter le pollen sur le stigmate.

7° Enfin dans les Légumineuses, la corolle est souvent utile pour favoriser la fécondation, qui certainement sans elle ne se ferait que fort difficilement. C'est principalement dans la vaste section des Papilionacées que nous reconnaissons cette propriété; mais ici nous pouvons constater qu'une partie seulement de la corolle, la carène, sert à l'accomplissement de cette fonction.

On peut dire d'une manière générale que le style est toujours plus long que les étamines, et que la carène, presque toujours fermée, enveloppe complétement les organes sexuels des Papilionacées.

Chez ces végétaux la fécondation se fait souvent avant l'anthèse, quelquefois pendant l'anthèse, c'est-à-dire au moment précis où les pétales s'écartent; mais parfois aussi elle se fait après l'anthèse. Nous allons examiner séparément ces trois époques de la fécondation des Légumineuses papilionacées.

A. *Avant l'anthèse.* — Si l'on examine avec soin une série successive de fleurs d'*Ononis natrix*, L. prises dans un bouton non encore prêt à s'épanouir, dans un bouton sur le point de s'ouvrir et dans une fleur épanouie, il est facile de reconnaitre qu'après l'anthèse et même au moment de l'anthèse, les anthères sont ouvertes et les loges ne contiennent plus de pollen. On reconnait encore que dans le bouton sur le point de s'ouvrir les anthères sont ouvertes et en voie d'émettre leur pollen; mais comme le style est très-long relativement aux étamines, on est tenté de croire que la fécondation peut difficilement se faire; toutefois on peut voir aussi que tout le pollen est retenu dans la carène et qu'il doit, par des mouvements divers, arriver jusqu'au stigmate, soit par les vents, la pluie ou les animaux, soit par l'élasticité des cellules fibreuses, soit enfin parce qu'en sortant de l'anthère en abondance, il se dilate au point de remplir la cavité close de la carène.

Des observations plus ou moins semblables peuvent être faites sur les *Ononis spinosa, altissima, antiquorum; Genista Canariensis, Siberica; Astragalus Narbonensis; Lathyrus sylvestris, latifolius, incurvus, pratensis, ensifolius, heterophyllus, odoratus*, etc. Chez les espèces de ce dernier genre, les bords de la carène sont tellement bien appliqués l'un contre l'autre que l'on y constate la formation de plis plus ou moins profonds, comme cela se voit aisément sur les *L. incurvus, pratensis, ensifolius*, etc. Toutefois dans le bouton des *Lathyrus*, et lors de l'émission du pollen, les étamines sont à peu près aussi longues que le style, de sorte que la carène n'est peut-être pas indispensable.

Il n'en est pas de même du *Coronilla varia*, chez lequel la fécondation se fait aussi avant l'anthèse et tout à fait comme chez les *Ononis*. Ici, très-probablement, la carène est utile à la fécondation, puisqu'au moment de la déhiscence des anthères le style est beaucoup plus long que les étamines ; mais un peu plus tard ces dernières s'allongent et arrivent à être de la même longueur que le style, de façon que l'on ne pourrait guère supposer alors l'utilité de la carène.

La fécondation des *Colutea arborescens* et *orientalis* se fait pareillement avant l'anthèse, et la carène est tellement utile pour assurer la fécondation que, très-courte relativement, c'est peut-être par elle que le style, d'ailleurs plus long que les étamines, se recourbe au point de faire que le stigmate vient le plus souvent se mêler aux anthères en voie de déhiscence.

Si, comme nous l'avons fait sur le *Colutea arborescens*, on enlève avec précaution la carène ainsi que les ailes et l'étendard d'un bouton assez jeune pour que les anthères ne soient pas ouvertes, on détermine l'avortement de l'ovaire, probablement parce que la fécondation ne se fait pas.

Enfin chez un grand nombre de Légumineuses papilionacées, la fécondation se fait encore avant l'anthèse, bien que les étamines et le style soient sensiblement de la même longueur, même dans le bouton (*Vicia biennis*, *cassubica*, *cracca*, etc.; *Ervum lens*; *Pisum umbellatum*, etc.). Au reste M. Chatin dit qu'en étudiant l'organogénie des Légumineuses, il a aussi constaté que presque toujours les anthères s'ouvrent dans le bouton encore fermé (1).

B. *Pendant l'anthèse.* — Si l'on examine un bouton floral de *Cytisus nigricans* un peu avant son épanouissement, on remarque que les anthères sont constamment closes; si l'on fait la même observation sur la fleur complétement ouverte, on trouve les anthères vides : il y a donc un instant assez court pendant lequel se fait l'émission du pollen, et nous avons eu la patience de rester des heures entières pour voir à quelle époque se fait la déhiscence des anthères. Or, à très-peu d'exceptions près, nous avons toujours trouvé qu'elle se faisait au moment même de l'anthèse, c'est-à-dire pendant le temps que les pétales s'écartent pour constituer la floraison. La carène ici peut encore aider à la fécondation; car elle reste close, et les étamines sont beaucoup plus courtes que le style au moment même de la déhiscence des anthères. Toutefois peut-être n'est-elle pas parfaitement indispensable, puisque peu de temps après l'épanouissement de la fleur les filets s'allongent assez pour porter les anthères à la hauteur du stigmate.

(1) *Bull. Soc. bot. de France*, t. III, p. 752.

Les mêmes choses à peu près se passent dans les fleurs des *Cytisus uralensis, polytrichus; Astragalus asper, galegiformis, alopecurus,* etc.

Dans les fleurs de l'*Onobrychis vaginalis* la fécondation se fait aussi pendant l'anthèse; mais l'utilité de la carène nous paraît plus manifeste. En effet, non-seulement les étamines sont bien plus courtes que le style; mais ces organes sont beaucoup plus longs que la carène, qui, étant fermée, oblige les étamines et le style à se couder de façon que le stigmate se trouve ramené au milieu des anthères, dont le pollen peut alors parfaitement agir sur lui.

Dans le *Spartium junceum* la fécondation se fait aussi à peu près pendant l'anthèse; mais il se présente une petite différence dans les phénomènes de la floraison et de la fécondation. Ici, dans le bouton, les étamines sont beaucoup plus courtes que le style. Vers le moment où la fleur va s'ouvrir, les étamines s'allongent, mais jamais assez pour atteindre à la hauteur du style. Néanmoins, grâce à la carène, le style se recourbant assez pour rapprocher sa partie stigmatique des anthères, la fécondation peut alors s'opérer très-facilement.

C. *Après l'anthèse.* — Enfin chez quelques Papilionacées la fécondation ne se fait réellement qu'après l'anthèse, et parmi elles nous citerons particulièrement: l'*Adenocarpus telonensis;* les *Astragalus onobrychis, prostratus;* l'*Hedysarum coronarium,* etc. Il est possible que la carène intervienne pour une certaine part dans l'accomplissement de cette fonction; mais n'ayant aucun exemple à présenter, nous nous bornerons à cette indication, qui nous a été fournie par l'occlusion de la carène d'un certain nombre d'espèces.

Les idées que nous venons d'émettre relativement au concours que la carène prête à la fécondation des Papilionacées pourraient peut-être sembler douteuses aux personnes qui n'auraient pas pris la peine d'étudier de près tous les phénomènes que nous avons décrits; mais chez quelques espèces l'intervention de la carène dans l'acte de la fécondation est des plus évidentes. En effet, pour peu que l'on examine avec attention la construction d'une fleur de *Phaseolus,* par exemple, on ne tarde pas à se convaincre que sans la carène la fécondation non-seulement semblerait difficile, mais encore, nous le croyons du moins, serait tout à fait impossible. Voilà alors ce que l'observation fait reconnaître: dans toutes les espèces de ce genre les étamines, l'ovaire et le style sont enveloppés par la carène, qui est tordue en hélice et fermée de toutes parts, excepté à sa base et à son sommet, où se trouve une petite ouverture qui donne passage à la partie stigmatique du style. Il résulte de cette disposition que la fécondation ne saurait s'effectuer sans le curieux mécanisme que nous allons décrire : la partie

stigmatique étant plutôt extérieure, quand au contraire les anthères sont complétement enfermées dans la carène, il est à remarquer en effet que, pour peu que l'on tire l'étendard de la corolle en sens contraire des deux ailes, immédiatement on voit saillir le style, qui sort en se tordant en hélice, d'autant plus que la traction est plus forte, et cette saillie peut être même de plusieurs millimètres. On comprend dès lors comment, par de grands vents ou par le contact de corps durs, ces deux parties de la corolle (étendard et ailes) peuvent s'écarter et faire saillir suffisamment le style pour que toute la partie stigmatique soit à la merci de l'influence pollinique étrangère.

Ce n'est pas tout : ainsi que dans la plupart des Légumineuses, le style est toujours plus long que les étamines, et l'on peut voir que dans un bouton de fleur le style est déjà assez long pour avoir la position que nous venons d'indiquer, alors même que les étamines n'ont émis aucune trace de leur pollen. Dans ce cas, la fécondation serait très-difficile par le pollen propre de la même fleur, si elle était abandonnée aux moyens ordinaires. Mais, de même que les vents, médiatement ou immédiatement, en éloignant les ailes de l'étendard, font saillir les extrémités du style, de même aussi les mêmes agents, en les rapprochant de l'étendard, font rentrer le style, qui accomplit, sous l'influence de ces actions contraires, un mouvement de va-et-vient favorable à la fécondation. En effet quand les ailes sont rapprochées de l'étendard, le style est rentré autant que possible ; les poils collecteurs qui garnissent la partie supérieure du style se chargent de pollen, et quand les ailes et l'étendard viennent à s'éloigner, le style est repoussé au dehors, entraînant avec lui une certaine quantité de pollen jusque vers l'extrémité ouverte de la carène. On conçoit aisément que ces mouvements alternatifs de rentrée et de sortie, répétés assez souvent, arrivent à porter le pollen jusqu'à l'ouverture où se trouve le stigmate, et qu'alors la fécondation puisse se faire.

Mais si ce mouvement devient nécessaire pour que la même fleur puisse, dans l'acte de la fécondation, se suffire à elle-même, ce même mouvement porte aussi à l'extérieur une certaine quantité de pollen sur laquelle les vents ont prise, et qui, de cette façon, peut être portée sur le stigmate d'autres fleurs non encore fécondées, et concourir ainsi à la fécondation. Cette particularité dans le mécanisme de la fécondation chez les *Phaseolus* explique assez bien la fécondation réciproque que, dans une communication à l'Académie des sciences (1), nous avons fait connaître sur les haricots d'Espagne écarlates et blancs, en même temps qu'elle donne la raison des variétés

(1) Cf. *Recueil des travaux de la Société d'émulation pour les sciences pharmaceutiques*, t. II, p. 34-35.

beaucoup plus nombreuses dans ce genre que dans la plupart des autres Papilionacées, chez lesquelles la carène, complétement fermée, retient tout le pollen de la même fleur au profit seul de son pistil. Comme l'étude de cette curieuse fécondation réciproque se rapporte à la question générale que nous traitons ici, et que le résultat de nos expériences nous paraît avoir une certaine valeur pour la théorie générale de la fécondation chez les végétaux, nous les rappellerons dans la quatrième partie de ce travail.

Nous croyons, d'après ce qui précède, qu'il nous est permis d'établir que les périanthes servent à favoriser la fécondation par six moyens différents :

1° Par *inconvoluture* (*Iris, Sisyrinchium, Morea,* etc.);

2° Par application des divisions flétries (*Iris, Gladiolus, Tigridia, Hemerocallis,* etc.);

3° Par rapprochement des divisions encore vivantes (*Hibiscus, Althæa, Lavatera,* etc.);

4° Par accroissement du périanthe (*Viola, Funkia*);

5° Par renversement de la fleur après l'émission du pollen (*Campanula macrantha, eriocarpa, latifolia,* etc.);

6° *a.* Par occlusion de la corolle entière (*Calonyction speciosum, Adenophora Gmelini* et *vulgaris*);

b. par occlusion *d'une partie seulement* de la corolle (Papilionacées).

Ainsi les périanthes, dans un certain nombre de cas, jouent un grand rôle dans l'acte de la fécondation, et cela est si vrai, que l'on pourra constater dans l'*Hemerocallis fulva,* qui fructifie assez rarement, que celles de ses fleurs chez lesquelles le calice en se flétrissant vient à présenter un rapprochement des sépales tel que le stigmate en soit enveloppé, sont presque toujours fécondes, ce qui n'a pas lieu pour les autres fleurs, car elles ne sont pas renversées. Quelquefois cependant nous avons remarqué que la déhiscence des anthères s'effectue dans le bouton près de s'épanouir; alors la fécondation peut avoir lieu sans le secours des sépales flétris.

Le *Lilium candidum* est encore plus remarquable en ce qu'il est extrêmement rare de voir une capsule arriver au terme de son développement; mais cela peut tenir à une autre cause, que nous ferons connaître dans la cinquième partie de ce travail.

DEUXIÈME PARTIE

DE QUELQUES MOYENS PARTICULIERS QUE LA NATURE EMPLOIE POUR ASSURER LA FÉCONDATION DE QUELQUES ESPÈCES VÉGÉTALES.

Dans la persuasion où l'on a toujours été que les insectes et les vents étaient les auxiliaires de la fécondation d'un assez grand nombre de plantes, on s'est contenté de considérer ces moyens comme les seuls qui, pour quelques espèces, interviennent dans l'accomplissement de cette grande fonction. C'est ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, que depuis Conrad Sprengel on a toujours attribué la fécondation de la Nigelle des champs (*Nigella arvensis*) aux insectes qui viennent butiner sur ses fleurs, alors, comme nous le verrons plus loin, qu'il est extrêmement probable que ce moyen est parfaitement inutile dans la plupart des cas. Il y avait donc, selon nous, un vaste sujet de recherches à faire sous ce point de vue et aussi au point de vue des moyens, en quelque sorte mécaniques, à l'aide desquels la nature parvient à atteindre le but qu'elle se propose...

Toutefois il y a des plantes chez lesquelles il semble que la fécondation ne soit possible que par le concours des vents ou des insectes ou même de quelques petits oiseaux. Ainsi les végétaux dioïques ne doivent évidemment la possibilité d'une fécondation qu'aux vents qui règnent d'ordinaire à l'époque de leur floraison. Selon Robert Brown, il est impossible d'expliquer autrement que par l'intermédiaire des insectes la fécondation de la plupart des Orchidées; d'après Auguste Saint-Hilaire, les oiseaux-mouches et les colibris, au moment où les insectes sont rares, volent d'une fleur à l'autre et favorisent ainsi la fécondation des seules fleurs que l'on trouve pendant les six mois de sécheresse qui tourmentent le Brésil. Jusqu'à ce que l'on vienne à découvrir les autres procédés que la nature emploie pour accomplir ce phénomène dans certaines plantes, comme les Orchidées, par exemple, il faut bien admettre la médiation des vents, des insectes ou autres animaux.

On sait que dans les composées et les Campanulacées les styles sont assez longs pour porter les stigmates bien au-dessus de l'androcée, de sorte que la fécondation aurait paru impossible, à cause de la direction dressée de la fleur, si l'on n'avait observé que dans ces deux familles la fécondation se fait avant l'anthèse, c'est-à-dire pendant que la fleur est encore en bouton.

Un examen comparatif de ce qui a lieu dans un bouton jeune encore, dans un bouton près de s'épanouir et dans une fleur épanouie, démontre que le style est d'abord bien au-dessous des loges des anthères, qui forment par leur union une sorte de tube; que plus tard les anthères s'ouvrent, et qu'alors seulement commence l'élongation du style, dont les stigmates peuvent en glissant lécher les parois internes du tube et se charger de pollen ; que le style continue à s'allonger tellement que lorsque la fleur s'ouvre, les stigmates sont bien au-dessus des anthères.

Dans les Campanulacées, les étamines sont desséchées et déjetées au fond de la corolle; mais quelquefois il peut arriver, quoique cela soit rare, que la croissance du style soit antérieure à la déhiscence des anthères. Dans ce cas, la fécondation deviendrait impossible si le procédé ne variait un peu, comme nous l'avons déjà dit (première partie).

Chez les Lobéliacées, famille si voisine des Campanulacées que quelques auteurs n'en font qu'une tribu de cette dernière, les phénomènes de fécondation sont à peu de chose près les mêmes. Toutefois, quand on examine les fleurs épanouies de la plupart des Lobéliacées (*Isotoma, Lobelia*), on reconnaît que le style est de très-peu plus allongé que les étamines, et l'on serait tenté de croire que la fécondation se fait, comme d'ordinaire, après la floraison. Cependant, si l'on ouvre un bouton d'*Isotoma axillaris*, on voit que le stigmate est au-dessous des anthères quand celles-ci viennent à s'ouvrir, ce qui arrive peu de temps avant l'épanouissement de la corolle. Bientôt alors le style s'allonge, et les deux lèvres du stigmate, en glissant le long du tube anthérique, récoltent tout le pollen qui est hors des loges. Quelque temps après la floraison, le stigmate est de quelques millimètres au-dessus des anthères, qui conservent la forme d'un tube entourant le style.

On peut faire les mêmes observations sur les *Lobelia cardinalis* et *laxiflora*, chez lesquelles le style est très-souvent plus allongé que dans l'*Isotoma axillaris*. Dans le *Lobelia fulgens*, le phénomène est analogue; seulement d'ordinaire le style ne grandit plus quand le stigmate est arrivé au sommet du tube anthérifère. Enfin le *Lobelia syphilitica* présente une fécondation semblable, et l'on trouve quelquefois le pollen rassemblé en masse au sommet du tube anthérique, poussé qu'il a été par le style et le stigmate, qui ont fait l'office de piston.

Chez l'*Euthales macrophylla*, de la petite famille des Goodéniacées, voisine des Campanulacées, la fécondation se fait également avant l'anthèse. Dans le bouton, le stigmate, en forme de fer à cheval, est toujours béant. Au moment où la fleur va s'épanouir on trouve le stigmate chargé de pollen, et un peu plus tard, quand la

fleur est ouverte, il est contracté et comme fermé; de plus, il est au-dessus des anthères.

Dans quelques espèces de Campanulacées, la fécondation est encore assurée par un mouvement particulier des divisions du stigmate; c'est ainsi que dans le *Roella ciliata*, les deux divisions du stigmate se recourbent et vont alors se mettre en communication avec les étamines qui ne se sont pas encore déjetées et qui contiennent encore du pollen. De cette façon, si pour une cause quelconque la fécondation ne se faisait pas dans le bouton, la nature aurait mis à la disposition de la fleur un moyen d'y suppléer. Dans le *Platycodon grandiflorum*, nous avons reconnu un phénomène analogue au moment même de la floraison.

Le phénomène de croissance du style après la déhiscence des anthères, que nous avons dit se passer dans le bouton, se produit dans la fleur épanouie de quelques autres espèces de familles très-différentes. Si nous examinons une fleur nouvellement ouverte d'*Alstrœmeria aurantiaca* ou *versicolor*, il nous sera facile de constater que les étamines sont beaucoup plus longues que le style; mais au moment où les anthères vont s'ouvrir, le style s'allonge assez pour que le stigmate se trouve porté à la hauteur des anthères.

Quand on examine une fleur de *Nigella sativa* ou *damascena* avant la déhiscence des anthères, on peut voir que les stigmates qui couronnent l'ovaire sont le plus souvent dressés et dans l'impossibilité de toucher les étamines, qui sont d'ailleurs extrorses. Comment se fait alors la fécondation?

Conrad Sprengel a observé avec soin l'action médiatrice des abeilles dans la fécondation du *Nigella arvensis*, et sur son autorité on a cru jusqu'ici qu'elle n'était possible que de cette façon. Cependant il est probable qu'elle se fait aussi d'une manière analogue aux autres *Nigella* que nous avons étudiés. Si au moment où un pied de *Nigella damascena* va fleurir, on l'enveloppe comme nous l'avons fait avec un sac de crin, de façon à empêcher les insectes d'y arriver; si de plus on assujettit le sac et la tige suffisamment pour que les vents ne puissent pas l'agiter; si d'ailleurs, pour plus de certitude, on recouvre la plante d'une cloche, on peut s'assurer que les fleurs n'en fructifient pas moins, et pourtant les insectes et les vents n'ont en aucune façon pu servir d'auxiliaires à la fécondation.

Tout le monde sait que le pistil des *Nigella* est formé de plusieurs carpelles plus ou moins soudées et que chacun d'eux est terminé par une corne stigmatique qui est d'abord dressée ou plus ou moins horizontale. A une certaine époque de la déhiscence des anthères *extrorses*, ces cornes se penchent vers les étamines souvent

en se contournant en hélice; de sorte qu'à un instant donné de la floraison on voit les extrémités stigmatiques de ces cornes se mettre en contact immédiat avec les anthères; mais bientôt ces cornes se relèvent et arrivent à être horizontales ou dressées, de façon que si l'on ne suivait pas la marche de la floraison, on ne saurait croire que la fécondation ait pu facilement se faire sans le secours des insectes, qui, nous le répétons, n'en sont pas moins des auxiliaires utiles dans beaucoup de cas. En examinant une série de ces fleurs à différents degrés de développement, on ne tarde pas à acquérir la preuve des faits que nous venons d'avancer. Il résulte même de ce mode de fécondation que la *déhiscence extrorse* est une condition des plus favorables à l'accomplissement du phénomène. Le *Nigella sativa* nous a paru se comporter comme le *Nigella damascena*.

Certaines espèces de la famille des Malvacées nous ont semblé offrir un certain intérêt à étudier, soit à cause de la variété des moyens que la nature emploie pour arriver à leur fécondation, soit parce qu'elles nous ont paru être les intermédiaires des Campanulacées et des Synanthérées, chez lesquelles la fécondation se fait souvent avant l'anthèse, et des plantes chez lesquelles on reconnaît que la fécondation se fait pendant tout le temps de l'épanouissement, c'est-à-dire entre le moment où la fleur s'ouvre et le moment où elle se flétrit.

1° Quand on examine une fleur d'*Althæa officinalis* au moment où la fleur vient de s'ouvrir, on trouve le plus souvent que les styles sont bien au-dessus des étamines; mais si l'on porte son observation sur les anthères, on reconnaît que la plupart d'entre elles sont vides. D'un autre côté, si l'on ouvre une fleur en bouton, on voit que les styles et les stigmates sont recouverts par l'arbre staminal, et que les anthères ne sont pas encore en voie de déhiscence. En cherchant dans les fleurs les plus avancées, quoique closes encore, mais sur le point de s'épanouir, on voit des étamines qui émettent leur pollen. Il y a donc un moment, on peut dire très-court, où la fécondation s'opère, et c'est exactement celui où la fleur s'ouvre, comme nous l'avons déjà reconnu pour certaines Papilionacées. Quelquefois les styles restent sans prendre d'accroissement après la floraison; mais le plus souvent ils s'accroissent au point de faire croire alors à une fécondation difficile.

Chez les *Lavatera trimestris*, *olbia*, *thuringiaca* et *brachyloba*, on peut constater au moment où la fleur s'ouvre que les styles sont encore enveloppés par les étamines, qui émettent leur pollen; mais peu après les styles grandissent, au point que plus tard on pourrait croire à une fécondation difficile, alors que pendant la croissance des styles, les stigmates peuvent se charger du pollen, qui se trouve tout prêt à agir

sur eux. D'ailleurs la corolle se ferme en se fanant, et plus ou moins chargée de pollen, elle peut le porter ainsi sur les styles saillants et opérer encore une fécondation dans le cas où quelques carpelles auraient échappé au premier moyen.

Les *Althæa rosea* et *ficifolia* nous ont offert un semblable mode de fécondation. Au moment où la fleur s'épanouit, les styles sont encore enveloppés par le faisceau staminal; bientôt ils s'allongent, et si quelques ovules ont échappé à la fécondation, la corolle en se fermant peut la compléter.

2° Chez le *Pavonia cuneifolia* la fécondation se fait différemment. Dans le bouton, les styles sont plus longs que l'arbre anthérifère bien avant la floraison; mais, dès que la fleur s'ouvre, les styles se recourbent et mêlent leur tête stigmatique aux étamines; puis, d'un autre côté, la corolle chargée de pollen se referme en se flétrissant, de sorte que deux moyens naturels concourent ici à assurer la fécondation.

Dans le *Sida angustifolia* les styles nous ont toujours paru sortir de l'arbre anthérifère avant la floraison; mais les styles se recourbent comme chez les *Pavonia*, et la fécondation est par celà même assurée. Il en est de même des *Malva latæritia* et *virgata*, dont les styles, très-peu après la floraison, se recourbent pour porter leurs stigmates au milieu même des étamines;

3° L'*Hibiscus syriacus* est tout à fait dans le cas du *Pavonia cuneifolia*, c'est-à-dire que dans le bouton même les styles sont au-dessus des étamines; et quand vient la floraison et avant que les anthères se soient ouvertes, les stigmates sont assez éloignés des étamines pour que la fécondation soit sinon possible, du moins difficile; car leurs styles ne se recourbent pas. C'est alors que la corolle intervient dans l'acte de la fécondation, comme nous l'avons dit autre part, par rapprochement des pétales vivants.

Enfin la fécondation chez le *Nolana prostrata* offre une particularité que nous devons signaler, et que nous avons déjà indiquée chez quelques Légumineuses papilionacées. Si l'on examine un bouton floral de cette espèce, on trouve que les anthères sont sessiles, alors que le style est beaucoup plus allongé et paraît avoir terminé sa croissance; mais quand la fleur approche du moment de son épanouissement, les filets s'allongent à leur tour, de manière à porter les anthères à peu près à la hauteur du stigmate. Cependant quelquefois le style reste plus long qu'il ne faut, de sorte que les anthères sont encore bien au-dessous du stigmate; mais alors la corolle, en se flétrissant, se ferme et se chiffonne en forçant le style à se recourber et le stigmate à aller toucher les anthères.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer dans ces deux premières parties que

l'on peut admettre quatre époques distinctes dans l'accomplissement des phénomènes de la fécondation, par rapport à la durée du système floral, savoir :

1° Fécondation dans le bouton, ou *avant l'anthèse ;*

2° Fécondation au moment où la fleur s'ouvre, ou *pendant l'anthèse ;*

3° Fécondation durant l'épanouissement, c'est-à-dire entre le moment où la fleur s'ouvre et celui où elle se flétrit (fécondation *après l'anthèse*) ;

4° Fécondation *après la floraison*, c'est-à-dire au moment où le périanthe se fane.

Il résulte de cet ensemble d'observations que la fécondation se fait bien plus souvent avant l'anthèse qu'on ne l'avait généralement supposé, et que dans quelques espèces elle se fait exactement au moment où les étamines commencent à voir le jour, c'est-à-dire où la fleur commence son épanouissement. Or une pareille fécondation avant l'anthèse indique un état non ordinaire, auquel, jusqu'à ce jour, on a fait peu d'attention, et duquel on n'a tiré aucune conséquence utile à l'explication de certains faits physiologiques. En effet il est évident que dans cette circonstance le périanthe, le premier verticille formé, se développe pendant un certain temps, puis s'arrête, pour continuer quelque temps après son accroissement et suivre toutes les phases de son évolution ; tandis qu'au contraire, dans la plupart des cas, le périanthe ou le premier verticille formé est arrivé au terme de sa croissance avant les verticilles plus intérieurs qui constituent l'androcée ; d'où il suit nécessairement que la fécondation ne doit se faire qu'après l'anthèse.

On peut observer encore de ce qui précède que la complète évolution des parties de tous les verticilles floraux n'est en rapport ni avec leur durée ni avec leur âge, puisque ceux qui se sont formés les premiers s'accroissent encore lorsque les derniers formés ont terminé leur évolution : c'est ce que nous montre parfaitement l'accroissement des étamines des *Nolana prostrata*, *Coronilla varia*, *Cytisus nigricans*, *Spartium junceum*, etc., de la corolle du *Viola tricolor* ainsi que du périanthe du *Funkia subcordata*, qui grandissent encore bien après que le style a terminé sa croissance.

Il y a donc dans quelques-uns des exemples qui précèdent un phénomène curieux qui a ses analogues dans les inflorescences centrifuges et dans la formation des enveloppes de l'ovule. Mais la plus importante, sans contredit, de ces évolutions, c'est assurément celle des étamines du *Nolana prostrata* et de quelques Papilionacées, qui n'a lieu évidemment qu'après le verticille le plus extérieur, mais qui *s'arrête* pendant quelque temps, pour ne se continuer qu'après que le verticille le plus intérieur, représenté par le style, a fini sa croissance.

Nous avons donné au phénomène que nous venons de décrire le nom d'*arrêt provisoire d'accroissement*, parce que, beaucoup plus général qu'on ne saurait le penser, il devient utile de le désigner en peu de mots. En effet il n'y a pas seulement que les étamines et les corolles ou les périanthes qui le présentent, car on l'observe aussi sur quelques calices qui, après être restés stationnaires pendant tout le temps de la floraison et de la fécondation, prennent un accroissement ultérieur, comme cela a lieu dans quelques Convolvulacées, le *Physalis alkekengi*, etc. (calices *accrescents*). On l'observe aussi sur plusieurs espèces de fruits, notamment l'abricot, la prune, la cerise, la pêche, la figue. Ce dernier fruit est surtout remarquable en ce que son réceptacle grossit jusqu'à un certain point pendant les deux premiers mois de son évolution, puis reste stationnaire, par *arrêt provisoire d'accroissement*, pendant environ six semaines. Durant ce repos apparent la floraison et la fécondation s'accomplissent dans l'intérieur du réceptacle, qui, après ce temps et tout à coup, grossit de nouveau et mûrit en moins d'une quinzaine de jours.

TROISIÈME PARTIE

THÉORIE MÉCANIQUE DE LA PRÉFLORAISON ET DE LA FLORAISON.

Nous ne saurions trop appeler l'attention des botanistes, 1° sur le phénomène d'*inconvolution* dont nous avons parlé dans la première partie de ce travail, et dont nous allons faire connaître le mécanisme; 2° sur l'évolution complète des étamines, postérieure à l'évolution, complète aussi, du style, ou sur l'évolution complète des pétales ou des sépales, postérieure à l'évolution complète des étamines, parce qu'il nous semble que tous ces phénomènes peuvent nous donner assez exactement la clef des *préfoliaisons* et *foliaisons*, des *préfloraisons* et *floraisons*.

Dutrochet paraît être le seul physiologiste qui ait cherché à donner une explication de l'épanouissement des fleurs. Pour ce savant observateur, les nervures qui se trouvent sur chacun des pétales soudés dont se compose une corolle gamopétale sont le siége de ces mouvements; ce sont des organes qui auraient la propriété de se courber en deux sens opposés et qui produiraient, selon le sens, l'ouverture ou la fermeture de la corolle. L'examen microscopique fait voir que ces nervures sont composées : 1° à leur côté externe, d'une couche mince de tissu cellulaire, dont les cellules, rangées en séries longitudinales, sont d'autant plus petites qu'elles sont

plus extérieures : quand ces cellules se gonflent, leur tissu se courbe de manière à diriger sa concavité en dehors, et à amener par conséquent l'épanouissement de la fleur; 2° au côté interne, de fibres transparentes fines et entremêlées de globules disposés en séries longitudinales. Ce tissu fibreux est situé entre un plan de trachées d'une part, et un plan de cellules superficielles remplies d'air, c'est-à-dire entre deux plans d'organes pneumatiques. En plongeant dans l'eau une tranche mince de tissu cellulaire extérieur et une autre de tissu fibreux intérieur, il les a vues se courber en deux sens divers, c'est-à-dire que le premier a tourné sa concavité en dehors, et le second en dedans de la corolle.

D'après ces idées, l'incurvation en dehors, qui produit l'ouverture de la corolle est occasionnée par la turgidité du tissu cellulaire extérieur, qui, par endosmose, absorbe l'humidité atmosphérique. Quant à l'incurvation en dedans, celle qui détermine l'occlusion de la corolle, elle n'est pas due à la déplétion du tissu cellulaire extérieur, comme on aurait pu le penser d'après son action dans le mouvement contraire. Dutrochet l'attribue à l'absorption de l'oxygène. Cette opinion est fondée sur les expériences suivantes : Quand on plonge une fleur non épanouie dans de l'eau aérée elle ne tarde pas à s'y ouvrir, par suite de l'absorption du liquide opérée par le tissu cellulaire extérieur des nervures. Mais au bout de quelques heures la fleur se ferme, parce que le tissu fibreux intérieur des nervures absorbe l'oxygène de l'air. Une fleur épanouie, plongée dans de l'eau privée d'air, ne s'y ferme pas, même au bout de plusieurs jours, parce qu'elle n'y trouve pas l'oxygène nécessaire pour déterminer l'incurvation en dedans du tissu fibreux des nervures (1).

Nous ne saurions admettre la théorie de l'illustre académicien que nous venons de nommer, 1° parce qu'elle ne donne pas la théorie de la formation du bouton floral; 2° parce que ce n'est pas dans la nervure seulement que se passe le phénomène d'incurvation, mais bien dans toute la surface du pétale; 3° parce qu'il est obligé de faire intervenir dans son explication une cause pour l'incurvation en dehors différente de celle qui produit l'incurvation en dedans; 4° parce qu'elle ne repose sur aucun principe de physique bien démontré; 5° enfin, parce que l'expérience de ses deux tranches plongées dans l'eau ne conduit à aucune conclusion certaine, attendu que l'on obtient exactement le même phénomène avec deux tranches opposées de la nervure des feuilles d'*Antirrhinum majus*, par exemple, dans lesquelles on ne peut raisonnablement soupçonner aucune tendance à l'ouverture ou à la

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 1836, 2e semestre, n° 20, p. 561.

fermeture, puisque ces feuilles, naissant sous une forme plane, n'ont pas besoin de deux systèmes opposés devant produire une occlusion ou un épanouissement.

C'est pour ces raisons diverses que nous croyons devoir présenter la théorie que nous avons créée sur ce curieux phénomène, théorie qui nous paraît avoir sur celle de Dutrochet l'avantage d'être appuyée sur un principe de physique aujourd'hui incontestable et sur des phénomènes de physiologie végétale que l'on ne peut révoquer en doute. De plus on verra qu'un seul et même principe est invoqué pour expliquer l'incurvation dans les deux sens.

Nous avons supposé que dans le mouvement d'inconvolution il se passe quelque chose d'analogue à ce qui a lieu quand on chauffe deux plaques métalliques différemment dilatables par la chaleur et soudées face à face. Celle qui se dilate le plus occupant une surface plus grande que celle qui se dilate le moins, et la soudure s'opposant à toute espèce de glissement d'un métal sur l'autre, les deux métaux sont obligés de prendre une forme telle que le plus dilatable doit nécessairement envelopper et contenir le moins dilatable. Or une courbe satisfait complétement à cette condition. Tout le monde connaît l'instrument si sensible appelé *thermomètre de Bréguet*, et qui est construit d'après ce principe.

Ce fait établi, supposons un verticille d'étamines pétaloïdes parfaitement soudées avec le verticille extérieur : calice des monocotylédones ou corolle des dicotylédones. Dans l'état ordinaire des choses, le calice ou la corolle étant un verticille d'organes plus extérieurs que le verticille staminal, il est clair qu'il est le premier formé et qu'il doit avoir pris un plus grand développement que le verticille intérieur. Mais puisque nous admettons qu'il y a soudure complète entre les deux verticilles comme entre les deux lames métalliques différemment dilatables, il est évident que le plus extérieur formera une surface plus grande que la surface que produira le verticille intérieur; par conséquent ces deux surfaces seront deux courbes dont *le centre de courbure sera sur un point compris dans la ligne qui continue l'axe* portant la fleur; et tant que cet état de choses durera, le phénomène conservera le nom de *préfloraison* ou *estivation*. Mais dès que le verticille extérieur aura fini sa croissance, la surface courbe qu'il décrit restera stationnaire, tandis que le verticille intérieur continuera sa croissance. Dans ce cas, bientôt la surface interne = la surface externe, et les deux systèmes ayant la même grandeur n'offriront plus qu'une lame plane dans un ou plusieurs de ses sens; c'est alors que commencera l'*anthèse*, c'est-à-dire l'épanouissement. Enfin la croissance du verticille interne continuant toujours, la surface courbe, qui d'abord était la plus petite, devient la plus grande,

et dans ce cas il se forme deux surfaces courbes en sens contraire, et le centre de courbure des parties de la corolle ou du calice n'est plus sur une ligne qui continue l'axe, mais bien *sur une ligne circulaire qui entourerait la fleur*; c'est ce que l'on nomme *pleine floraison.*

Si l'on a bien suivi la marche du phénomène, on comprendra qu'il est complétement semblable à celui de deux systèmes opposés (*fig.* 3), de deux lames métalliques différemment dilatables, mais qui, à une température donnée, sont d'égale grandeur : les côtés + étant formés par le métal le plus dilatable; les côtés —, par le métal le moins dilatable.

Figure 3.

Ceci posé, il est évident que si on élève la température de plusieurs degrés, soit de dix degrés, les deux systèmes tendront à s'incurver, d'après ce que nous avons dit, et à prendre la forme de la figure 4, dans laquelle la prédominance de grandeur du métal + sur celle du métal — sera peu sensible; la courbe décrite sera d'un grand rayon, et par conséquent la forme qu'affecteront les deux systèmes de lames sera un ovoïde plus ou moins allongé; mais à mesure que la température s'élèvera, la forme que prendront les deux systèmes se rapprochera de plus en plus de la figure 5, parce qu'en effet, dans ce cas, la différence entre le cercle enveloppé et le cercle enveloppant sera d'autant plus grande que le rayon de la courbe sera plus petit.

Figure 4.

Figure 5.

Si, au contraire, au lieu d'élever la température, nous venions à l'abaisser, un phénomène inverse se produirait: le métal + étant par contre plus condensable que le métal —, ce dernier aurait une prédominance de grandeur qui le ferait devenir à son tour enveloppant; et par conséquent, pour satisfaire à cette nouvelle condition, les deux systèmes de lames seraient obligés d'affecter la forme indiquée par la figure 6.

Figure 6.

Comme on le voit, les deux systèmes opposés de plaques métalliques différemment dilatables, exposées à des températures variables, se conduisent exactement comme le système supposé de deux verticilles soudés, dont le plus extérieur grandit d'abord plus que l'autre, puis s'arrête, tandis que le plus intérieur, continuant sa croissance, égale, puis dépasse la grandeur du verticille externe, pour produire un phénomène complétement opposé à celui qui s'était produit tout d'abord.

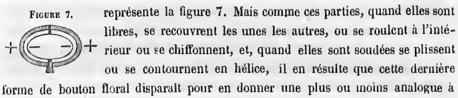
Or cette supposition que nous venons de faire se trouve réalisée dans les enve-

loppes florales, et ce qui est vrai pour le système supposé est vrai aussi pour le système réel. En effet chaque sépale ou chaque pétale doit être regardé comme formé de deux couches parallèles de tissu cellulaire, dont l'une est interne et l'autre externe. Cette condition de position relative est précisément celle qui détermine le phénomène, puisque la couche la plus extérieure accomplit d'ordinaire toute sa croissance avant la couche la plus intérieure, ainsi que l'on est en droit de le supposer, d'après ce qui se passe dans les corolles gamopétales. En effet, dans ces corolles les étamines sont toujours soudées avec elles, souvent d'une manière si intime qu'il est quelquefois impossible de distinguer la base du filet du reste de la corolle au-dessous du point d'où l'étamine émerge. Or, dans cette partie où tout est si bien confondu, nous sommes bien forcés d'admettre la couche qui appartient au filet et celle qui appartient à la corolle; mais celle qui appartient à la corolle a une croissance indépendante de celle qui appartient au filet staminal, puisque la corolle a très-souvent fini son évolution quand l'étamine continue sa croissance, qui est accusée par la déhiscence des loges de l'anthère et l'émission du pollen, et cette émission ne peut avoir lieu que par le débandement des cellules fibreuses des loges de l'anthère, ce qui y indique encore un mouvement d'évolution; donc il faut reconnaître ici deux couches à croissance distincte, et de là à admettre la séparation de croissance dans les deux couches d'un sépale ou d'un pétale, d'un calice ou d'une corolle, il n'y a réellement qu'un pas : d'ailleurs, la description anatomique de la corolle indiquée par Dutrochet; l'anatomie des feuilles, dont les sépales et les pétales ne sont que des modifications, et les recherches microscopiques que nous donnons plus loin sur les sépales d'*Iris germanica* nous semblent autoriser pleinement cette manière de voir.

Pour peu que l'on applique ces idées à la préfloraison et à la floraison, on comprendra aisément les particularités qui accompagnent certaines estivations. Par exemple, si les deux couches des sépales ou des pétales grandissent à peu près simultanément, et si surtout elles se développent beaucoup plus en hauteur qu'en largeur, elles resteront à peu près de même grandeur, et le bouton de la fleur aura une forme oblongue plus ou moins rapprochée de la figure 4, considérée comme représentant une coupe longitudinale du bouton. Si, au contraire, la face extérieure de ces parties grandit plus tôt que la face interne, et si surtout la croissance se fait aussi bien en largeur qu'en hauteur, le bouton de la fleur prendra une forme arrondie plus ou moins analogue à celle de la figure 5, regardée comme représentant une coupe longitudinale du bouton. Enfin si, la couche externe des

sépales ou des pétales grandissant toujours plus tôt que la couche interne, le développement est relativement plus prononcé en largeur qu'en hauteur, et surtout si ces couches ont une certaine épaisseur, on aura un bouton floral orbiculaire, plutôt déprimé et dont la coupe longitudinale sera à peu près semblable à celle que représente la figure 7. Mais comme ces parties, quand elles sont libres, se recouvrent les unes les autres, ou se roulent à l'intérieur ou se chiffonnent, et, quand elles sont soudées se plissent ou se contournent en hélice, il en résulte que cette dernière forme de bouton floral disparait pour en donner une plus ou moins analogue à celle des figures 4 et 5, dans lesquelles néanmoins on reconnaît aisément les modifications que nous venons d'indiquer.

FIGURE 7.



On pourrait peut-être objecter que, si l'on conçoit que deux verticilles distincts ont une croissance non simultanée, il peut paraître plus difficile d'admettre que les sépales ou les pétales, qui n'ont que peu d'épaisseur, puissent se prêter à une semblable différence quant à l'évolution des deux parties que nous indiquons; mais à cela nous répondrons que du moment que l'on constate la présence de deux faces, l'une inférieure et l'autre supérieure, ou l'une externe et l'autre interne, il y a évidemment deux systèmes qui peuvent, dans certaines circonstances, agir indépendamment l'un de l'autre, et par conséquent avoir une croissance distincte comme si ces deux systèmes avaient été primitivement séparés; que si l'on prend, par exemple, une feuille de papier aussi mince qu'on le voudra, et par conséquent ayant moins d'épaisseur que les parties de la plupart des calices ou des corolles, par cela même qu'il y a deux faces, nous en déduisons la présence de deux couches dont l'une peut, suivant les circonstances, avoir de l'influence sur l'autre : c'est ainsi que si la feuille est légèrement humectée sur une seule face, cette face devient immédiatement plus grande ou enveloppante, ce qui force la feuille de papier à se rouler suivant la loi que nous avons indiquée.

D'ailleurs l'examen anatomique des parties du calice, comme celui de la corolle, ne laisse aucun doute à cet égard. En effet, dans le but de nous assurer si cette théorie était bien l'exacte représentation des faits, nous avons dû faire quelques recherches microscopiques, et voilà les résultats auxquels nous sommes arrivés en étudiant la cause de l'inconvolution des *Iris*, particulièrement sur les sépales de l'*Iris germanica*, où ce phénomène est extrêmement prononcé. Des coupes minces et longitudinales faites intérieurement et extérieurement sur la nervure médiane des sépales ont démontré qu'en effet le phénomène était exactement assimilable à celui

de deux plaques différemment dilatables qui subissent un changement de température.

La tranche interne ne laisse voir au microscope qu'un tissu réticulaire qui nous a paru être le même avant comme après l'inconvolution. Au contraire, des tranches externes examinées avant et après ce mouvement présentent dans leur constitution des changements assez remarquables.

Avant l'inconvolution le tissu est formé de cellules à peu près oblongues ou elliptiques, tandis qu'après les mêmes cellules sont allongées et ont pris la forme de cylindres un peu amincis aux deux extrémités. La différence dans la longueur est d'un tiers environ.

Ces observations faites sur les sépales externes, qui seules s'appliquent directement sur les stigmates, seraient suffisantes; mais comme les sépales internes accomplissent le même mouvement, nous avons cherché s'il y existait aussi les mêmes différences anatomiques ou s'ils n'étaient qu'entraînés dans le mouvement des sépales extérieurs, et nous avons trouvé qu'à part une légère modification dans la forme des cellules, le phénomène d'inconvolution était bien dû à la même cause, c'est-à-dire à l'allongement des cellules de la couche externe, tandis que le tissu réticulaire de la couche interne ne paraît pas varier de grandeur.

Nous avons été obligé, pour rendre notre idée plus nette, de supposer dans la théorie un arrêt *provisoire* d'accroissement; mais quoique ce phénomène soit vrai dans une foule de cas, cependant il serait exagéré de l'admettre toujours dans la floraison, puisque nous voyons fort souvent les sépales et les pétales grandir après l'anthèse, en conservant une forme à peu près constante. Toutefois on comprend aisément que tous les phénomènes resteront les mêmes, pourvu que l'on suppose la prédominance de développement d'une des faces sur l'autre, et c'est très-probablement ce qui a lieu dans la majorité des cas.

Maintenant, comme application directe de ce mécanisme à l'évolution et à l'épanouissement d'un bouton floral d'*Iris germanica*, nous disons que chaque sépale est formé de deux couches de tissu, l'une interne, réticulaire, et l'autre externe, cellulaire. Cette dernière, pendant tout le temps de l'évolution du bouton, conserve une prédominance relative de développement sur la couche interne. De plus le développement longitudinal, quoique un peu plus prononcé que le latéral, devrait donner un bouton approchant plus ou moins de la forme sphérique ; mais comme les sépales se recouvrent sur les côtés, il en résulte que le bouton reste très-allongé. Enfin le moment arrive où le développement de la couche interne de chaque sépale se pro-

nonce relativement plus que celui de la couche externe, et alors les sépales, qui convergeaient par le haut et se recouvraient sur les côtés, tendent à s'écarter pour constituer la floraison, et cet état de choses continue dans les trois sépales extérieurs jusqu'à ce qu'ils soient fortement réfléchis, tandis que dans les sépales internes la croissance de la couche intérieure ne devient jamais plus prononcée que celle de la couche extérieure, ce qui fait que les sépales conservent une position dressée ou même un peu infléchie. Mais bientôt la couche extérieure des sépales, dont l'accroissement a pour ainsi dire subi un *arrêt provisoire*, ou tout au moins s'est ralenti, reprend un nouveau mouvement d'accroissement par l'allongement des cellules; la surface externe redevient par cela même plus grande que l'interne, et comme elles sont liées ensemble, il faut de toute nécessité qu'elle devienne enveloppante. De là le phénomène d'inconvolution.

Malheureusement le temps nous a jusqu'à présent manqué; sans cela, nous aurions examiné sous ce point de vue la floraison ou l'inconvolution d'autres fleurs, ce que nous nous proposons de faire plus tard; mais nous pouvons tout d'abord supposer que si ce phénomène d'inconvolution se fait ici par l'allongement des cellules déjà formées, il doit être des cas où il peut être dû à la formation de cellules nouvelles. Cette augmentation de nombre doit nécessairement déterminer l'agrandissement de la couche et par conséquent la rendre enveloppante.

QUATRIÈME PARTIE

FÉCONDATIONS RÉCIPROQUES DE QUELQUES VARIÉTÉS VOISINES.

Nous avons parlé dans la deuxième partie de ce travail du mécanisme de la fécondation dans le genre *Phaseolus*, et nous avons dit que nous avions fait quelques expériences dont les résultats nous semblaient avoir une certaine importance pour la théorie générale de la fécondation.

La fécondation offre en effet dans ses phénomènes des points encore fort obscurs, sur lesquels la sagacité d'hommes très-recommandables s'est exercée, sans que pourtant il semble qu'aucune lumière certaine soit venue les éclairer. Parmi les questions délicates qui se rattachent à la fécondation, il en est une qui nous paraît dominer toutes les autres : c'est celle de savoir lequel des deux organes, mâle et femelle, fournit le germe, ou bien encore si les deux organes concourent à la formation de ce point organique qui doit donner naissance à l'embryon.

Plusieurs hypothèses ont été émises que nous ne devons point examiner ici. Nous dirons seulement, contre la théorie de l'évolution, que MM. Knight, Gaertner, Wiegmann et quelques autres auteurs ont été conduits par leurs observations à penser que les hybrides tendent souvent à revenir à la forme de leur mère et non à celle de leur père. Toutefois il faut noter que M. Wiegmann admet que dans les Nicotianes et les Avoines on peut, par des séries successives de fécondations, ramener les hybrides, soit au type paternel, soit au type maternel, comme cela a lieu pour les métis des races humaines. On doit admettre que ce qui a lieu pour une ou plusieurs espèces doit avoir lieu aussi pour un grand nombre, sinon pour toutes, car le principe en vertu duquel ce retour s'effectuerait doit être le même pour toutes les espèces végétales.

Nous n'avons point à examiner non plus les faits sur lesquels se sont fondés ces observateurs pour soutenir leur opinion, et nous devons nous borner à reproduire le résultat de nos expériences. Nous sommes loin de penser que nous avons complétement éclairé la question dont il s'agit; mais nous croyons que nos observations peuvent avoir leur utilité, car elles nous ont conduit à une opinion diamétralement opposée à celle des observateurs que nous venons de nommer; c'est-à-dire qu'au lieu de revenir à la forme de leur mère, les hybrides retourneraient à celle de leur père.

Déjà en 1849 et 1850, en cherchant à produire des variétés hybrides de Balsamines, de Reines marguerites et de Dahlias, nous avions cru observer que quelques variétés obtenues avaient plutôt le caractère paternel. Espérant éclairer cette question, nous avons récolté des graines sur des dahlias à fleurs blanches et sur des dahlias à fleurs rouges, ces deux variétés ayant végété dans le même massif. Ces semences ont été semées à part en mars 1851, et n'ont donné de fleurs que l'année suivante. Or parmi les plants de dahlia à fleurs blanches, quelques-uns donnèrent des fleurs plutôt écarlates que blanches, tandis que quelques-uns des plants provenant des graines récoltées sur les pieds à fleurs écarlates donnèrent des pieds à fleurs plus particulièrement blanches.

Quelque chose de semblable se reproduisit sur les Balsamines et les Reines marguerites. Cependant, peu content de la netteté des résultats, à cause du mélange des couleurs dans les corolles, et comme d'ailleurs il nous était difficile d'avoir des graines parfaitement franches, nous avons été conduit à faire nos expériences sur des plantes dont les graines sont plus faciles à obtenir franches. C'est le haricot d'Espagne que nous avons choisi.

Le Haricot d'Espagne (*Phaseolus coccineus*, Lin., ou *Phaseolus multiflorus*, Wild.) offre, comme on sait, trois variétés : la première, à fleurs écarlates et à graines violettes et roses; la deuxième, à fleurs et à graines blanches, et la troisième, à fleurs bicolores, à graines couleur de rouille ou mordorée et blanc jaunâtre.

Cette dernière variété présente des fleurs dont l'étendard et les ailes sont blancs, tandis que la carène contournée en hélice avec les étamines et le style est d'un rose plus ou moins foncé. Ces caractères nous faisaient espérer que cette variété était très-propre au genre d'expérience que nous voulions tenter. En effet, il nous semblait que si elle était réellement le produit adultère de la variété rouge par la variété blanche ou *vice versâ*, ainsi que quelques personnes l'ont présumé, on pouvait s'assurer quel est, du père ou de la mère, celui qui donne la couleur de la corolle. De plus, il nous paraissait possible, dans ce cas, d'obtenir, par des fécondations réciproques bien faites, des fleurs *inverses*, c'est-à-dire ayant l'étendard et les ailes rouges et la carène blanche, et peut-être plus tard, en semant et faisant fructifier à plusieurs reprises les graines de cette variété, arriver à savoir au juste si l'hybride retournait au type paternel ou au type maternel.

Le choix des espèces ou variétés pour tenter de semblables expériences nous a paru d'une importance extrême. En effet, si l'on s'adresse à deux espèces trop différentes, on s'expose à passer plusieurs années sans rien observer, soit parce que la fécondation peut ne pas s'effectuer, ou bien encore, si elle se fait, parce qu'il se peut que l'on obtienne un hybride qui ne produise pas de graines fertiles, et comme il faut des individus capables de se reproduire plusieurs années de suite pour étudier sur eux vers quel parent ils retournent, comme de plus ces sortes de recherches ont besoin d'être souvent répétées, il en résulte que l'on a perdu au moins deux saisons en expériences inutiles.

En choisissant au contraire des variétés très-voisines, qui peuvent très-facilement se féconder réciproquement, on est sûr de ne pas perdre son temps. Mais pour cela il faut opérer sur des variétés ayant des caractères fixes, constants, et qui ne se perdent pas après un grand nombre de générations. Or il est très-difficile de trouver des variétés dans de semblables conditions; car cette fixité et cette constance de caractères sont précisément celles qui appartiennent à l'espèce.

D'un autre côté, il faut se persuader que plus les caractères des espèces ou des variétés seront différents et variés, plus il sera difficile de décider ce qui, dans l'hybride ou le métis, appartiendra au père ou à la mère. Au contraire, si les variétés que l'on accouple n'ont qu'un seul caractère pour différence, pourvu que ce

caractère soit reconnu fixe et constant, il est bien plus facile de reconnaître dans le produit ce qui provient de l'un ou de l'autre sexe. Voilà pourquoi nous nous sommes décidé, pour faire nos expériences, à choisir deux variétés ne différant l'une de l'autre que par une coloration fixe et constante. Or ces deux variétés si difficiles à trouver nous ont paru se rencontrer dans le Haricot d'Espagne, dont la variété blanche tranche si nettement avec la couleur écarlate de la fleur ou violette de la semence.

Bien longtemps avant qu'il ne nous vînt à l'idée de tenter de pareilles expériences, nous avions cultivé comme espèce culinaire la variété blanche de haricot d'Espagne, et pendant quatre années consécutives (1848, 1849, 1850, 1851) nous n'avons jamais obtenu autre chose que des tiges à fleurs et à graines blanches, bien que nous ayons opéré sur des planches où les picds se comptaient par centaines, et que chaque année on ait changé la culture de place. Par conséquent, si durant ces quatre années nous n'avons observé ni fleurs écarlates ni graines violettes, c'est que les caractères précités présentent une inamovibilité suffisante pour tenter les recherches que nous voulions entreprendre.

Vers la même époque, mais dans un jardin séparé, nous cultivions aussi la variété écarlate de haricot d'Espagne, et jamais il ne nous est arrivé d'observer soit la moindre fleur blanche, soit la moindre graine blanche, qui certes nous eussent frappé; par conséquent nous sommes autorisé à penser que le caractère de coloration de la corolle et de la graine offre une assez grande fixité pour que nous puissions accorder quelque confiance aux résultats que nous avons obtenus. Il est vrai que nous n'avons pas cultivé aussi en grand le haricot écarlate que nous l'avons fait pour le haricot blanc; mais d'après ce qui précède nous sommes en droit de douter qu'avec des *semences franches* de haricots à fleurs écarlates on obtienne directement des haricots blancs; car, selon nous, ce n'est pas un *albinisme* semblable à celui qui fait que certaines fleurs de campanules, de gentianes, etc., deviennent pathologiquement blanches, mais bien un albinisme analogue à celui du lis blanc (*Lilium candidum*, L.), et à part quelques traces de rouge que présentent les sépales du *Lilium candidum purpureo-variegatum*, nous ne sachions pas que la couleur de cette espèce ait jamais passé à l'une quelconque des deux séries : *cyanique* ou *xantique*.

Le choix de nos deux espèces ou variétés étant bien établi, nous avons procédé à l'expérimentation de la manière suivante :

En 1851 nous avons pris des semences d'un très-beau violet foncé mêlé de rose

et des semences blanches, toutes du *Phaseolus multiflorus*, nous les avons mêlées en proportion égale et nous en avons ensemencé une planche. Les fleurs se sont réciproquement fécondées, et la récolte nous a donné des graines parfaitement blanches et des graines colorées de nuances très-différentes. Parmi ces dernières, quelques-unes, en petit nombre, ont en effet offert la couleur des haricots de la variété bicolore, et nous ont donné l'année suivante des fleurs bicolores. Cependant, bien que nous ayons pris des précautions pour assurer la conservation de nos graines, comme depuis, en répétant ces expériences, nous n'avons plus obtenu de fleurs bicolores, nous nous sommes demandé si les résultats que nous venons d'annoncer ne seraient pas dus à un mélange fait à notre insu de graines de haricots à fleurs bicolores avec les graines précitées et mises à part. Nous conservons, en conséquence, quelques doutes que nous n'avons pas pu vérifier, et ce n'est point sur lui que nous avons voulu fixer l'attention des physiologistes.

Mais au lieu du résultat que nous espérions, nous en avons obtenu un qui peut conduire aux mêmes conséquences d'une manière encore plus certaine, et s'il se vérifiait sur un grand nombre de végétaux, on serait naturellement porté vers une interprétation plus fidèle de la théorie de la fécondation.

En 1852 nous avons semé à part les haricots d'Espagne à fleurs blanches provenant des *haricots blancs* semés simultanément et dans la même planche avec des *haricots violets*, et nous avons vu, avec un certain sentiment de plaisir mêlé de surprise, se former dans le courant de l'année des grappes de fleurs écarlates portant des graines violettes et roses ; mais comme le hasard pouvait avoir porté dans la même planche des semences de haricots à fleurs écarlates, nous nous sommes bien gardé de tirer aucune conséquence de cette observation. Cependant, en y réfléchissant, nous avons espéré être sur la voie d'une importante série de recherches à entreprendre, et dès lors nous avons conçu des expériences plus propres à confirmer les résultats que nous ne faisions que d'entrevoir.

Le procédé de Kœlreuter pour opérer des fécondations réciproques de deux variétés différentes nous paraissant très-difficile à pratiquer en grand, surtout sur le haricot, en 1853 nous en avons employé un qui, exécuté avec soin, est tout aussi certain, ne présente aucune difficulté, et peut être exécuté dans les plus grandes cultures. Ce procédé consistait à placer l'une à côté de l'autre deux planches ensemencées de haricots : l'une où il n'y avait que des haricots blancs et l'autre où il n'y avait que des haricots violets. Nous avons pris le soin de les tenir bien séparés à l'aide de hautes rames, et d'examiner après leur croissance les résultats obtenus. Or nous

avons encore constaté que non-seulement la planche de haricots blancs présentait un grand nombre d'individus à fleurs écarlates, mais que la planche de haricots violets offrait aussi des individus à fleurs blanches. Il est bon d'ajouter que toutes ces semences provenaient de haricots blancs et violets qui avaient *joué* ensemble l'année précédente (1852).

La crainte d'avoir mal observé ou d'avoir fait quelque méprise dans le choix des semences nous a déterminé à faire dans le courant de l'année 1854 de nouvelles expériences. Nous avons choisi des semences de haricots *francs* blancs et violets, et nous les avons semées séparément dans deux planches séparées, mais l'une à côté de l'autre, et cette fois chaque planche ne nous a donné que des fleurs en rapport avec la graine que nous avions semée; c'est-à-dire que les haricots blancs ne nous ont donné que des fleurs blanches et les haricots violets que des fleurs écarlates.

Enfin pour compléter cette série d'expériences il ne nous restait plus qu'à voir si les semences blanches de l'expérience précédente nous donneraient des tiges à fleurs écarlates, et réciproquement si les semences violettes produiraient encore des tiges à fleurs et à semences blanches. Or c'est ce que nous avons vérifié en 1855, en plaçant à part les haricots violets et les haricots blancs provenant de l'expérience de 1854, et nous avons pu nous assurer de nouveau que les semences blanches avaient encore donné quelques tiges à fleurs écarlates, tandis que les semences violettes nous avaient fourni des tiges à fleurs et à semences blanches.

Il y a mieux : c'est qu'en examinant la plante peu de temps après sa germination, nous avons pu tout de suite reconnaître que quelques pieds de haricots blancs donneraient des fleurs écarlates, et que quelques pieds de haricots violets donneraient des fleurs blanches. C'est qu'en effet les haricots violets germent en donnant des cotylédons, une tige et des feuilles d'une couleur plus brune que les haricots blancs : il était donc possible de constater, peu de temps après la germination, quels seraient parmi les haricots blancs ceux qui donneraient des fleurs écarlates, et réciproquement, parmi les haricots violets, ceux qui donneraient des fleurs et des semences blanches. Cela nous a permis de replanter à part des plants à tige brune et des plants à tige plus blanche, et bien que pris, les premiers dans la planche à graines blanches et les autres dans la planche à graines violettes, nous n'avons récolté, dans le premier cas, que des semences violettes, et dans le second que des semences blanches.

Lorsque vers la fin de l'année 1855 nous avons communiqué ces observations à l'Académie des sciences et à la Société botanique de France, nous avions pu, dans

le mois d'octobre, faire germer à part les graines violettes et les graines blanches de cette nouvelle récolte, et nous avions constaté cette fois que les violettes ne donnaient que des tiges brunes, tandis que les blanches ne donnaient que des tiges blanches verdâtres. Mais depuis, au mois d'avril de l'année 1856, nous avons semé à part toutes les graines provenant de la même plantation faite à part de plants à tiges brunes et de plants à tiges blanches dont nous venons de parler, et, ainsi que dans l'expérience du mois d'octobre 1855, les semences blanches ne nous ont donné que des tiges blanches avec des fleurs et des semences également blanches ; au contraire, les semences violettes ne nous ont donné que des tiges colorées, des fleurs écarlates et des semences violettes. De cette façon, nous sommes revenus à la variété type sans mélange ; de sorte que c'est un moyen d'affranchir la graine de cette espèce de haricot. Il est vrai que dans ces deux expériences nous n'avons agi que sur une cinquantaine de semences de chacune de ces variétés au mois d'octobre 1855, et sur 90 semences blanches et 111 semences violettes au mois d'avril 1856 ; on pourrait donc objecter que ce nombre de semences ne saurait suffire pour assurer que ces expériences sont parfaitement concluantes ; mais en les faisant coïncider avec toutes les expériences que nous venons de rapporter, on nous permettra peut-être de les regarder comme ayant une certaine valeur dans la question importante de la fécondation.

Les conséquences qui découlent naturellement de ces faits, lesquels auraient besoin d'être multipliés et surtout vérifiés sur d'autres espèces ou variétés, sont les suivantes :

Si des graines de haricots blancs récoltées à côté d'une planche de haricots écarlates donnent des individus ne portant que des fleurs écarlates et des graines violettes, il est clair que ce ne peut être que le pollen du haricot écarlate qui, fécondant le haricot blanc, a fourni le germe devant plus tard donner une plante à fleurs écarlates et à graines violettes. Réciproquement, si des semences de haricots violets récoltées à côté d'une planche de haricots blancs produisent des individus à fleurs et à graines blanches, il est évident que ce ne peut être que le pollen du haricot blanc qui, en fécondant la plante à fleurs écarlates, a fourni le germe devant plus tard donner une plante à fleurs et à semences blanches, et cela malgré la différence de coloration si grande du *testa*. Il en résulte que ce n'est point vers le type maternel que semblerait retourner le produit, mais plutôt vers le type paternel ; ce qui du reste, comme nous espérons le démontrer ultérieurement dans un travail *in extenso* sur la fécondation, est tout à fait d'accord avec les observations les plus récentes faites sur les animaux, particulièrement en Angleterre.

CINQUIÈME PARTIE

SUR LA FRUCTIFICATION DU LIS BLANC (*Lilium candidum*).

Dans la première partie de ce travail nous avons constaté, ce que l'on savait d'ailleurs depuis longtemps, que la fructification du lis blanc se fait avec une extrême difficulté.

Nous avions supposé pendant quelque temps que ce défaut de développement des capsules de cette espèce tenait à une fécondation impossible ou tout au moins difficile, à cause de la longueur du style, qui porte le stigmate bien au-dessus des anthères. Pour en acquérir la certitude, nous avons opéré au moins une centaine de fécondations artificielles, et contre notre attente nous n'avons pu obtenir qu'un seul fruit arrivant à maturité. Cette singulière circonstance nous avait fait penser alors que la longueur du style n'était pas en rapport de longueur avec celle des boyaux polliniques, et que ceux-ci, beaucoup trop courts, ne pouvaient que très-rarement arriver aux ovules; mais cette manière de voir doit être entièrement rejetée, car nous avons pu d'une autre façon, même sans fécondation artificielle, obtenir très-facilement des capsules arrivées à leur entier développement en suivant un procédé déjà assez anciennement connu. Voici à quelle occasion :

Dans le but d'étayer une idée théorique concernant la reproduction des végétaux, nous nous occupions de l'étude du développement des bulbilles, et en cherchant à en faire développer à l'aisselle des feuilles du *Lilium candidum*, comme l'ont fait Gesner et Tournefort d'abord, puis Dupetit-Thouars et de Lens, mais en faisant varier la méthode, nous avons vu réussir la fructification bien autrement que par la fécondation artificielle.

Gesner paraît être le premier auteur qui signale le moyen que nous avons mis en pratique. Dans une de ses lettres à son ami Adolphe Otton, médecin, il assure que pour avoir de bonnes graines de lis commun il faut couper la tige dès que la floraison est passée, et la suspendre au plancher d'une chambre.

Tournefort (1) rapporte le procédé de Gesner et ajoute que cette expérience réussit à Paris pourvu qu'on suspende la tige dans une cave.

(1) *Eléments de botanique*, t. I, p. 298; genre *Lis*.

Dupetit-Thouars dit (1) qu'il a tenté trois étés de suite cette expérience, et que durant celui de 1826 il a obtenu une capsule bien conformée, mais que les graines sont si menues qu'on a peine à croire qu'elles soient fertiles; on y aperçoit néanmoins l'embryon. En 1827 toutes les fleurs ont avorté, mais de toutes les aisselles des feuilles il est sorti deux bulbes distinctes. En 1828 il a obtenu une seule capsule, mais il n'a pu s'assurer si les graines étaient fertiles. Enfin M. de Lens (2) dit aussi avoir obtenu par le même procédé appliqué à une tige de lis blanc une capsule et deux bulbilles.

M. Moquin Tandon (3), qui a rapporté cette méthode en rappelant le nom des auteurs précités, dit qu'il suffit de séparer les tiges un peu avant la floraison et de les suspendre *la tête en bas* dans un milieu plus ou moins humide.

Or, tout en continuant nos recherches sur la reproduction, nous voulions voir en même temps quel degré d'influence pouvait avoir la position renversée des tiges, indiquée par le savant professeur que nous venons de nommer, par rapport à la position dressée, sur la production des bulbilles à l'aisselle des feuilles. Donc cette année (1858) nous avons détaché six tiges de *Lilium candidum* au même moment et autant que possible au même état de grosseur et de développement, c'est-à-dire au moment où la première fleur était ouverte et où la seconde commençait à s'entr'ouvrir. Nous les avons suspendues dans un endroit sec, abrité et à l'ombre, avec la précaution de mettre deux tiges la tête en bas, deux tiges la tête en haut et deux tiges horizontalement.

De temps en temps nous cherchions à constater la production de bulbilles ou de bourgeons à l'aisselle des feuilles, et rien ne se produisait. Au contraire nous voyions les fleurs s'épanouir successivement jusqu'à la dernière. Peu à peu les ovaires des deux premières fleurs se sont développés sur les tiges dressées et les tiges renversées, tandis que les tiges horizontales n'ont donné aucun signe de fécondation. Enfin, pour abréger, nous dirons qu'à la fin de l'année les tiges dressées et les tiges renversées ont donné chacune deux capsules parfaitement développées, avec des graines dont les supérieures nous ont paru bien conformées (4), pendant

(1) *Ann. Soc. hortic.*, t. IV, p. 36.

(2) *Ibid.*, t. VI, p. 34.

(3) *Eléments de tératologie végétale*, p. 235

(4) Cette fructification nous permet de rectifier une erreur qui s'est reproduite dans plusieurs ouvrages, savoir : que la capsule est *allongée*, ce qui prouve que ceux qui en ont fait la description l'ont supposée allongée d'après la forme de l'ovaire, qui, en effet, lui, est allongé. Mais comme pendant le développement de la capsule les ovules du sommet ont une croissance plus active que ceux de la base, il en résulte qu'ils sont les seuls qui se développent bien et que la capsule prend une forme de massue à courte tige, ou plutôt celle d'une poire turbinée ayant des angles saillants et des angles rentrants.

que les deux tiges horizontales, quoique ayant fleuri aussi, n'ont annoncé aucun phénomène consécutif à la fécondation. De plus les bulbilles que nous cherchions à faire développer n'ont pas offert le plus petit signe d'évolution, pas même sur les tiges horizontales, qui ne portaient cependant pas de capsules.

Ces expériences sur la production des fruits de cette Liliacée, quoique peu nombreuses, sont concluantes et prouvent que si l'on voulait obtenir plus certainement le croisement entre deux espèces voisines, il faudrait avoir soin d'opérer une fécondation artificielle sur les deux premières fleurs, séparer les tiges de leur bulbe et les placer dans les conditions précitées. Malheureusement il ne nous a pas encore été permis de nous assurer par la germination si les graines étaient capables de reproduction; mais autant qu'on en puisse juger en les comparant à celles que nous avons retirées de la capsule venue d'une manière plus normale, après la fécondation artificielle dont nous avons parlé, nous sommes autorisé à croire, tant elles sont semblables, qu'elles germeraient parfaitement. C'est ce que nous nous proposons d'essayer au printemps prochain.

Ainsi, pour le phénomène qui nous occupe, la direction ascendante ou descendante des tiges séparées de leurs bulbes n'a présenté aucune différence sensible sur la production des capsules et des graines. Il n'en est pas de même de la direction horizontale, qui, bien que n'étant pas parfaitement concluante, n'en indique pas moins une différence notable quant aux phénomènes ultérieurs de la fécondation. Mais si, répetée plusieurs fois, cette expérience conduisait aux mêmes résultats, c'est-à-dire à la non-formation des capsules ou des bulbilles, tandis que dans la direction verticale la fructification est si évidente, il y aurait dans ce phénomène de physiologie végétale une cause inconnue, dont la recherche ne manquerait peut-être ni d'attrait ni de conséquences heureuses à établir.

Tournefort (1) a donné de ce phénomène l'explication suivante :

« Il y a apparence que lorsque les fleurs sont passées, le suc nourricier que la racine fournit à la tige, et qui naturellement est assez épais dans le lis, devient si gluant qu'il bouche le passage à celui qui devrait monter jusqu'aux jeunes fruits; car l'air, dont la chaleur augmente tous les jours dans le mois de juin, pénétrant les tiges des lis exposés dans les jardins, fait évaporer ce qu'il y a de plus subtil dans ce suc, et dessèche celui qui se trouve le plus engagé dans les vaisseaux et dans les pores ; ainsi les jeunes fruits périssent faute de nourriture. Mais si l'on

(1) *Loc. cit.*

coupe les tiges dès que les fleurs sont passées et qu'on les suspende dans une cave, le suc nourricier dont les vaisseaux et les pores sont remplis, quelque gluant qu'il soit, est dissous insensiblement par l'air humide et modéré, qui empêche l'évaporation de ses parties volatiles ; de façon que coulant d'un pore à l'autre il passe dans les jeunes fruits qu'il fait gonfler peu à peu. » Il termine en disant : « On peut croire aussi que l'air humide fournit quelque peu de nourriture à ces jeunes fruits, en s'insinuant dans les pores de la tige et dans la trompe de l'ovaire. »

Nous ne discuterons pas cette explication, qui n'est en rapport ni avec les faits ni avec nos idées actuelles; nous dirons seulement que Dupetit-Thouars, quoique n'en donnant pas d'autre, est très-loin de la soutenir.

Quoi qu'il en soit, le phénomène de fructification du lis dans les circonstances précitées nous semble se rapporter exclusivement aux phénomènes généraux désignés sous le nom de *balancements organiques;* loi physiologique qui veut que les développements avec excès soient concomitants avec des défauts de développement : or voilà, selon nous, ce qui arrive dans le *Lilium candidum* et quelques autres Liliacées ; mais nous dirons d'abord que les végétaux peuvent se diviser sous le point de vue qui nous occupe en trois classes bien distinctes, savoir :

1° Ceux chez lesquels le centre vital (*centrum vitale*) se retire vers l'extrémité inférieure des tiges ou dans les racines, et alors la fructification est bien plus difficile ;

2° Ceux chez lesquels le *centrum vitale* se porte plus particulièrement vers les extrémités supérieures de la tige, et dans ce cas la fructification est toujours assurée, pourvu que les circonstances diverses qui y président ne fassent pas défaut : c'est en particulier le cas de toutes les plantes annuelles ou bisannuelles ;

3° Enfin ceux chez lesquels le *centrum vitale* extrêmement multiplié se retrouve dans toutes les parties axiles du végétal. Ici la fécondation est presque toujours possible, et la tige conserve la faculté de reproduction soit par *sexiparité,* soit par *gemmiparité* et *fissiparité.*

C'est dans la première classe que doit être rangé en particulier le *Lilium candidum*, qui fait le sujet de cette petite dissertation. Ici en effet nous croyons que les jeunes bulbes qui doivent reproduire la plante attirent à eux, pour s'en nourrir, les sucs de la tige et des feuilles, et qu'ainsi ils affament l'embryon et le font avorter; au contraire, lorsque la tige est coupée au moment où, gorgée de sucs, elle commence à fleurir, la fécondation opérée, l'embryon et ses organes protecteurs trouvent encore assez de nourriture dans la tige et les feuilles pour arriver au terme de leur évolution.

Le procédé que nous venons de décrire mériterait sans doute d'être plus souvent mis en pratique. Gesner l'a appliqué au *Lilium bulbiferum*, et en a obtenu des graines. Il a écrit avoir l'intention de l'appliquer à la fructification du *Gladiolus indicus;* mais nous n'avons vu nulle part qu'il ait mis ce projet à exécution. Kielmeyer, dans un discours sur la formation du fruit, prononcé en 1806, dit qu'il a fait cette expérience sur l'*Aletris capensis* et qu'il a réussi, et qu'il a obtenu quelque chose de semblable dans les Orchidées (1).

(1) *Moyen d'obtenir des graines fécondes du Lis blanc.* Dupetit-Thouars, *Ann. Soc. hort.*, t. IV, p. 36.

Vu, bon à imprimer,
Le directeur de l'École,
BUSSY, *président.*

Permis d'imprimer,
Le vice-recteur de l'Académie de Paris,
ARTAUD.

